

KOREAN PATENT ABSTRACT (KR)

PUBLICATION

(51) IPC Code: G11B 20/14

(11) Publication No.: 10-0294893

(43) Publication Date.: 23 April 2001

(21) Application No.: 10-1999-0007723

(22) Application Date: 9 March 1999

(71) Applicant: Samsung Electronics Co., Ltd.

(72) Inventor:

Shim Jae-Sung

Won Yong-Kwang

(74) Attorney:

Lee Young-Pil, Kwon Suk-Hun, Lee Sang-Yong

(54) Title of the Invention:

Method for Generating RLL Code Having Improved DC Suppression and Method for Modulating/Demodulating the Generated RLL Code

Abstract:

Provided are a method for generating a RLL code having improved DC suppression and a method for modulating/demodulating the generated RLL code. The RLL code generation method includes: generating a code word according to a run length condition of d, k; constructing each code group by deciding one, among a plurality of main code groups which have an overlapped code word according to a LZ number of a generated code word and in which the code words of each code group are arranged in such a manner that a parameter CSV representing a DC value of a code word is opposite in polarity to a parameter INV for predicting a change direction of a digital sum value (DSV) of a next code word, and at least one sub code group consisting of a plurality of decision code groups for controlling decryption of the overlapped code word and the code words of the main code group; and checking an end zero (EZ) number of the generated code word and determining the next code word group after the generated code word proper to DC control of a code word stream. Therefore, by using a code word already used in a main code group as a code word in a sub code group for suppressing DC component, and generating the main code group maximally using characteristics of the code word of the main code group, it is possible to reduce the bit number of the code word, to improve recording density, and to enhance capability of suppressing DC component.

(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl. <sup>6</sup> G11B 20/14	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2001년 07월 12일 10-0294893 2001년 04월 23일
(21) 출원번호 (22) 출원일자	10-1999-0007723 1999년 03월 09일	(65) 공개번호 (43) 공개일자 특2000-0059841 2000년 10월 05일

(73) 특허권자: 삼성전자 주식회사 윤종용  
경기 수원시 팔달구 매탄3동 416  
(72) 발명자: 김재성  
서울특별시 광진구 자양1동 229-24  
원용광  
경기도 수원시 팔달구 영통동 1053-2 풍림아파트 231동 301호  
(74) 대리인: 이영필, 권석훈, 이상용

심사관: 서호선

(54) 개선된 DC 억압 능력을 갖는 RLL 코드 생성 방법 과 생성된 RLL 코드 변복조 방법

요약

본 발명에는 개선된 DC 억압 능력을 갖는 RLL 코드 생성 방법과 생성된 RLL 코드 변복조 방법이 개시되어 있다. 본 발명은 (d,k) 런길이 조건에 맞는 코드워드를 생성하는 단계, 생성된 코드워드의 리드 제로수(LZ)에 따라 중복 코드워드를 가지며 각 코드그룹의 코드워드들은 서로 코드워드내의 DC값을 나타내는 파라미터(CSV)와 다음 코드워드의 DSV(Digital Sum Value) 전이 방향을 예측하는 파라미터(INV)의 부호를 반대가 되도록 배치된 복수개의 주코드 그룹, 중복 코드워드의 복호를 제어하는 복수개의 결정 코드 그룹과 주코드 그룹내의 코드워드들로 구성된 하나 이상의 보조 코드 그룹 중 하나를 결정해서 각 코드 그룹을 구성하는 단계 및 생성된 코드워드의 엔드 제로수(EZ)를 체크하여 코드워드 스트림의 DC 제어에 적합한 생성된 코드워드에 다음에 쓸 수 있는 다음 코드 그룹을 결정하는 단계를 포함하여, DC 억압을 위한 보조 코드 그룹내의 코드워드를 주코드 그룹에서 이미 사용되고 있는 코드워드 일부를 그대로 이용하고, 주코드 그룹의 코드워드의 특성(CSV 및 INV 파라미터)을 최대한 이용하여 주코드 그룹을 생성함으로써, 코드워드의 비트수를 줄여 기록 밀도는 향상시키면서도 DC 억압 능력은 증가시킨다.

도표도

도2

명세서

도면의 간단한 설명

도 1a와 1b는 기존의 변/복조 변환표의 일 예이다.

도 2는 본 발명에서 제안하는 (d,k,m,n)로 표현되는 RLL 코드를 위한 코드 그룹 생성 방법의 일 실시예에 따른 흐름도이다.

도 3a 내지 도 3f는 도 2에 도시된 방법에 의해 생성된 (2,12,8,15) 코드의 변복조를 위한 변환코드, ncg(next code group)와 코드워드의 특성(INV, CSV)을 나타낸 표이다.

도 4는 도 3에 도시된 변환표를 이용하여 (2,12,8,15) 코드의 변조 방법의 일 실시예에 따른 흐름도이다.

도 5는 본 발명에 의한 (2,12,8,15) 코드에서 사용할 수 있는 동기의 형태를 예시한 표이다.

도 6은 도 3에 도시된 변환표를 이용하여 변조 과정을 설명하기 위한 표이다.

도 7은 본 발명에서 사용되는 ncg가 지시하는 코드 그룹표이다.

도 8은 본 발명에서 예시한 (2,12,8,15) 코드의 DSV 변화 곡선이다.

도 9는 본 발명에서 예시한 (2,12,8,15) 코드의 주파수 스펙트럼을 보인 도면이다.

도 10은 도 4에 도시된 방법에 의해 변조된 코드를 원래의 데이터로 복조하는 (2,12,8,15) 코드 복조 방법의 일 실시예에 따른 흐름도이다.

도 11은 도 10에 도시된 동기 패턴을 검출하는 S302 단계를 설명하기 위한 동기 검출기의 회로도이다.

발명의 상세한 설명

## 발명의 목적

### 본 발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 광디스크 기록 및/또는 재생 분야에 관한 것으로, 특히 적은 비트수를 갖는 코드워드를 이용하면서도 효과적으로 코드워드 스트림의 DC 성분을 억압하는 RLL(Run Length Limited) 코드 생성 방법과 고밀도 기록 및/또는 재생을 요구하는 광디스크 기록 및/또는 재생 장치에서 유용한 RLL 코드의 변조 방법 방법에 관한 것이다.

광디스크 기록 및/또는 재생 장치에서 원래의 정보를 광디스크에 적합한 신호로 변환하는 변조와 광디스크로부터 재생된 신호를 원래의 정보로 복원하는 복조시 널리 사용되는 코드는  $(d, k, m, n)$ 로 표현되는 RLL 코드이다.

$(d, k, m, n)$ 로 표현되는 RLL 코드에서 데이터의 주 변환을 도 1a에 도시된 주 변환표를 이용하여 수행하며, 도 1a와 도 1b에 도시된 주/보조 변환표내의 제1 및 제4 코드 그룹은 코드워드내의 리드 제로(Lead Zero: LZ)수로 배타적으로 분리하고 있으며, 제2 및 제3 코드 그룹은 코드워드들의 특정 비트를 참조하여 '1'인지 또는 '0'인지를 판별하여 역시 배타적으로 분리하고 있다. 즉, 제1 및 제4 코드 그룹에는 서로 동일한 코드워드가 존재하지 않으며, 제2 코드 그룹과 제3 코드 그룹에도 서로 동일한 코드워드가 존재하지 않는다. 도 1a 및 도 1b에 도시된 주/보조 변환표는 미합중국 특허 번호 5,790,056호의 "Method of converting a series of M-bit information words to a modulated signal, method of producing a record carrier, coding device, device, recording device, signal, as well as a recorded carrier"에 개시되어 있다.

런 길이(run length)는 코드 그룹내의 코드워드들이 다음 코드 그룹을 지칭하여  $(d, k)$  조건을 위반하지 않도록 하는  $(d, k)$ -constraint 방식을 이용하고 있고, 도 1b에 도시된 보조 변환표는 87 이하의 데이터가 입력되었을 때 코드워드 스트림의 DC 억압을 수행할 수 있도록 하고 있으며, 보조 변환표내의 코드 그룹내의 코드워드들은 주 변환표에는 없는 코드들로 배치하고 있고, 코드워드내의 DC값을 나타내는 파라미터인 CSV(Codeword Sum Value)의 부호(sign)는 주 변환표의 코드워드와 반대인 코드워드들로 배치하여 DC 성분의 억압이 이루어지도록 하고 있다.

그러나, 도 1a 및 도 1b에 도시된 주 변환표 및 보조 변환표에서 제1 및 제4 코드 그룹에서 런 길이를 위반하지 않으면 DC 억압에 유리한 코드 그룹을 선택할 수 있으나 제1 및 제4 코드 그룹에 속해 있는 코드워드들의 CSV의 부호 및 본 발명에서 제안하는 코드워드내에서 '1'의 개수가 홀수 또는 짝수인지를 판별하여 다음 코드워드의 DSV 천이 방향을 예측하는 파라미터(INV)의 부호를 고려하여 서로 반대로 배치되어 있지는 않아 도 1a 및 도 1b에 도시된 종래의 코드(2,10;8,16)처럼 8비트 데이터를 16비트의 코드워드가 아닌 15비트의 코드워드로 변환하기 위한 코드 변환표를 생성하고자 할 때는 적합하지 않다.

또한, 87 이하인 데이터에 대해서는 주 변환표와 보조 변환표 모두에서 코드워드를 선택할 수 있고, CSV의 부호가 반대로 배치되어 코드워드 스트림의 DC 성분을 억압할 수 있도록 하고 있다. 하지만, 보조 변환표내의 코드워드들은 주 변환표에는 없는 새로운 코드워드들로 구성되어 있어서 결국은 보조 변환표내의 코드워드 수만큼 많은 코드워드들이 필요하게 되었고 이러한 이유로 코드워드의 비트수를 줄이는 데 제약이 되었다.

그리고, 보조 변환표내의 코드워드들은 주 변환표의 코드워드들과 비교하여 코드워드 특성 파라미터의 하나인 CSV의 부호는 반대로 배치되어 있으나 본 발명에서 제안하는 코드워드 특성 파라미터인 INV의 부호는 반대로 되어 있지는 않아 소정의 록머헤드 방식으로 수행하는 DSV 제어에서 코드워드 수가 적은 변조 코드를 이용하는 경우 DC 억압 가능성을 최대한 발휘하지는 못하고 있다.

### 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

따라서, 본 발명의 목적은 DC 억압을 위한 보조 변환표에 사용되는 코드워드를 주 변환표에서 이미 사용하고 있는 코드워드 일부를 그대로 이용하고, 주 변환표의 코드워드의 특성 파라미터인 CSV와 INV를 최대한 이용하여 주 변환표를 만듦으로써 적은 비트수를 갖는 코드워드를 이용하면서도 효과적으로 코드워드 스트림의 DC 성분을 억압하는 RLL 코드 생성 방법을 제공하는 데 있다.

본 발명의 다른 목적은 개선된 DC 억압 효과를 갖는 RLL 코드를 이용하여 변조하는 변조 방법을 제공하는 데 있다.

본 발명의 또 다른 목적은 개선된 DC 억압 효과를 갖는 RLL 코드를 이용하여 변조된 코드워드 스트림을 원래의 코드로 복조하는 복조 방법을 제공하는 데 있다.

상기의 목적을 달성하기 위하여, 본 발명에 의한 RLL 코드 생성 방법은 최소 런 길이(d), 최대 런 길이(k), 데이터 비트 길이(m), 코드워드 비트 길이(n)를 나타내는  $(d, k, m, n)$ 으로 표현되는 RLL(Run Length Limited) 코드를 생성하는 방법에 있어서:  $(d, k)$  런길이 조건에 맞는 코드워드를 생성하는 단계; 생성된 코드워드의 리드 제로수(LZ)에 따라 중복 코드워드들 가지며 각 코드그룹의 코드워드들은 서로 코드워드내의 DC값을 나타내는 파라미터(CSV)와 다음 코드워드의 DSV(Digital Sum Value) 천이 방향을 예측하는 파라미터(INV)의 부호를 반대가 되도록 배치된 복수개의 주코드 그룹, 중복 코드워드의 복호를 제어하는 복수개의 결정 코드 그룹과 주코드 그룹내의 코드워드들로 구성된 하나 이상의 보조 코드 그룹 중 하나를 결정해서 각 코드 그룹을 구성하는 단계; 및 생성된 코드워드의 엔드 제로수(EZ)를 체크하여 코드워드 스트림의 DC 제어에 적합한 생성된 코드워드에 다음에 올 수 있는 다음 코드 그룹을 결정하는 단계를 포함함을 특징으로 하고 있다.

상기의 다른 목적을 달성하기 위하여, 본 발명에 의한 RLL 코드 변조 방법은 광디스크 기록 및/또는 재생 장치에 입력되는 데이터를, 중복 코드워드들 가지며, 각 코드그룹의 코드워드들은 코드워드내의 DC값을 나타내는 파라미터(CSV)와 다음 코드워드의 DSV(Digital Sum Value) 천이 방향을 예측하는 파라미터

(INV)의 부호를 서로 반대가 되도록 배치된 제1 및 제2 주코드 그룹, 중복 코드워드의 복호를 제어하는 제1 및 제2 결정 코드 그룹, 제1 주코드 그룹내의 코드워드들로 구성된 하나 이상의 보조 코드 그룹 중 어느 한 코드 그룹의 코드워드를 선택하여 최소 런 길이(d), 최대 런 길이(k), 데이터 비트 길이(m), 코드워드 비트 길이(n)를 나타내는 (d,k,m,n)으로 표현되는 RLL(Run Length Limited) 코드를 변조하는 방법에 있어서, 이전 코드워드가 지칭하는 다음 코드 그룹을 어느 한 코드 그룹으로 초기화하는 단계, 바이트 단위로 데이터를 입력하는 단계 및 입력된 데이터에 대응하는 코드워드를 이전 코드워드가 지칭하는 다음 코드 그룹에서 선택하고, 다음 코드 그룹은 선택된 코드워드가 지칭하는 다음 코드 그룹으로 갱신하는 단계를 포함함을 특징으로 하고 있다.

상기의 또 다른 목적을 달성하기 위하여, 본 발명에 의한 RLL 코드 복조 방법은 중복 코드워드를 가지며, 각 코드그룹의 코드워드들은 코드워드내의 DC값을 나타내는 파라미터(DSV)와, 다음 코드워드의 DSV(Digital Sum Value) 전이 방향을 예측하는 파라미터(INV)의 부호를 서로 반대가 되도록 배치된 제1 및 제2 주코드 그룹, 중복 코드워드의 복호를 제어하는 제1 및 제2 결정 코드 그룹, 제1 주코드 그룹의 코드워드들로 구성된 보조 코드 그룹 중, 어느 한 코드 그룹의 코드워드로 변조된 최소 런 길이(d), 최대 런 길이(k), 데이터 비트 길이(m), 코드워드 비트 길이(n)를 나타내는 (d,k,m,n)으로 표현되는 RLL(Run Length Limited) 코드를 원래의 데이터로 복조하는 광디스크 기록 및/또는 재생 장치를 위한 데이터 복조 방법에 있어서, 입력되는 이전 코드워드내의 엔드 제로수에 따라 다음 코드 그룹을 갱신하는 단계 및 갱신된 다음 코드 그룹이 지시하는 코드 그룹에서 두 개의 동일한 현재 코드워드가 존재하지 않으면 갱신된 다음 코드 그룹에서 지시하는 코드워드를 선택해서 데이터를 복조하는 단계를 포함함을 특징으로 하고 있다.

#### 발명의 구성 및 작용

이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 의한 개선된 DC 억압 능력을 갖는 RLL 코드 생성 방법과 생성된 RLL 코드 변복조 방법의 바람직한 실시예를 설명하기로 한다.

(d,k,m,n)으로 표현되는 RLL 코드에서 코드의 성능을 표현하는 요인 중에서 크게 기록 밀도의 측면과 코드의 DC 성분을 억압하는 능력을 보고 그 코드의 우수함을 평가한다. 기록 밀도와 코드의 검출창폭(detection window margin)은 다음과 같은 수학적 1과 수학적 2로 표현된다.

$$\text{기록 밀도} = (d+1)m/n$$

$$\text{검출창폭} = (m/n)T$$

여기서, m은 데이터 비트수(일명 소스 비트라고도 함), n은 변조후의 코드워드 비트수(일명 채널 비트라고도 함), d는 코드워드내에서 1과 1사이 존재할 수 있는 연속되는 0의 최소수, k는 코드워드내에서 1과 1사이 존재할 수 있는 연속되는 0의 최대수이고, T는 코드워드내 비트의 비트 간격이다.

위 수학적 1에서 알 수 있듯이, 변조 방법에서 기록 밀도를 향상시킬 수 있는 방법은 d와 m은 동일한 조건에서 코드워드내 비트수 n을 줄이는 것이다. 그러나, RLL 코드는 코드워드내에서 1과 1사이 존재할 수 있는 연속되는 0의 최소수인 d 조건과 연속되는 0의 최대수인 k 조건을 만족해야 한다. 이 (d,k) 조건을 만족하면서 데이터 비트수가 m이라 할 때 RLL(d,k)를 만족하는 코드워드의 수는  $2^m$ 개 이상이면 된다. 그러나, 실제 이러한 코드를 사용하기 위해서는 코드워드와 코드워드가 연결되는 부분에서도 RLL(d,k)를 만족해야 하며, 광디스크 기록 및/또는 재생 장치와 같이 코드의 DC 성분이 시스템 성능에 영향을 주는 경우에는 사용하고자 하는 코드가 DC 억압 능력을 가져야 한다.

이러한 이유로 CD(Compact Disc)의 경우는 EFM(Eight Fourteen Modulation) 코드 즉, 8비트의 데이터를 변조하면 14비트의 코드워드로 변환되고, 코드워드 사이에 RLL(2,10)(CD는 d=2,k=10인 코드를 사용함)의 런 길이 조건을 만족하면서 DC 억압 능력을 갖추기 위해 14비트로 변환된 코드워드와는 별도로 3비트의 머지 비트(merge bit)가 추가되어 있다. 이 머지 비트는 아무런 정보가 없는 단지 (d,k)의 런 길이와 DC 억압을 위한 비트로 추가되어 있고, 이러한 머지 비트는 기록 밀도를 줄이는 데 큰 부담이 된다.

DVD(Digital Versatile Disc)의 경우는 EFM 플러스(EFM+) 코드를 사용하는 데 이 코드 역시 RLL(2,10)의 런 길이 조건을 가지며, CD와는 달리 머지 비트가 없고 대신 코드워드의 길이(n)가 16비트이다. 이 경우 사용할 수 있는 코드의 수는 총 566개이고, 도 1a 및 도 1b에 도시된 바와 같이 4개의 주 변환표와 4개의 보조 변환표를 갖고 있다. (2,10)의 런 길이는 4개의 주 변환표를 사용하여 만족하면 코드열의 DC 억압은 보조 변환표를 이용하여 실시하고 있다.

상술한 코드들은 DC 성분 억압이라는 측면에서는 우수한 코드이며, 특히 DVD에 적용되는 EFM+ 코드의 경우는 CD에 적용되는 EFM 코드와 대비하여 1비트의 코드워드 비트 수를 줄이면서 코드 변조 방법의 변경만으로 5.9%의 기록 밀도 상승의 효과를 얻고 있다. 그러나, EFM+ 코드의 경우도 DC 억압을 위해 4개의 보조 변환표를 별도로 갖기 때문에 더 이상의 코드워드의 비트수를 줄이기에는 어려움이 많다.

따라서, 본 발명에서는 DC 억압을 위한 별도의 보조 변환표를 갖는다는 면에서는 같으나 보조 변환표에 사용되는 코드워드를 주 변환표에서 이미 사용되고 있는 코드워드 일부를 그대로 이용하고, 주 변환표의 코드워드 특성 즉, 코드워드내의 DC값을 나타내는 파라미터인 DSV와 다음 코드워드의 DSV 전이 방향을 예측하는 파라미터인 INV를 그대로 이용하여 주 변환표를 만들므로써 코드워드의 비트수를 줄일 수 있도록 한다. 이러한 주/보조 변환표를 이용하여 DC 억압과 기록 밀도 상승이라는 효과를 얻을 수 있는 RLL 코드 생성 방법과 생성된 RLL 코드를 이용하여 변복조하는 방법을 제안한다.

먼저, 본 발명에서 사용되는 용어를 설명한다.

(previous code)      (current code)  
 000010001001000      001000001001000  
 LZ(p)      EZ(p)      LZ(c)      EZ(c)

$d$ 는 최소 런 길이,  $k$ 는 최대 런 길이,  $m$ 은 데이터 비트 길이,  $n$ 은 코드워드 비트 길이이고, LZ(p)와 LZ(c)는 각각 이전 코드워드와 현재 코드워드내의 리드(lead) 제로수이고, EZ(p)와 EZ(c)는 각각 이전 코드워드와 현재 코드워드내의 엔드(end) 제로수이고, DSV는 코드워드 스트림에서 디지털 합 값(Digital Sum Value in codeword stream) 즉, 일련의 코드워드 스트림에서 '1'이 나올때마다 반전을 시킨후 반전된 패턴에서 0은 '-1'로 계수하고, 1은 '+1'로 계수한 값이다. CSV는 코드워드내에서 디지털 합 값(Digital Sum Value in a codeword) 즉, 하나의 코드워드내에서 '1'이 나올때마다 반전을 시킨 후 반전된 패턴에서 0은 '-1'로 계수하고 1은 '+1'로 계수한 값이다. INV는 다음 코드워드의 현미를 알 수 있는 파라미터로서, 코드워드내에서 '1'의 수가 짝수개이면, INV의 파라미터의 값은 0(INV=0)이고, 코드워드내에서 '1'의 수가 홀수개이면 INV의 파라미터의 값은 1(INV=1)이고,  $x$ 는 주 코드 그룹을 분할하는 파라미터이고,  $y$ 는 코드워드의 중복 파라미터이고, bit(i), bit(j), bit(k)는 코드워드내의 i, j, k번째 비트를 나타낸다. 여기서, 코드워드 스트림에서 누적된 INV의 값이 0이면 다음 코드워드의 CSV값을 그 코드워드 이전까지의 누적된 DSV 값에 그대로 더하여 DSV값을 갱신하고, 누적된 INV값이 1이면 다음 코드워드의 CSV값의 부호를 반전시켜 그 코드워드 이전까지의 누적된 DSV값에 더하여 DSV값을 갱신한다.

위의 스트림을 예로 하면 INV, CSV, DSV 파라미터는 아래와 같이 주어진다.

코드워드 : 0 0 0 0 1 0 0 0 1 0 0 1 0 0 0      0 0 1 0 0 1 0 0 1 0 0 1 0 0 0  
 INV :                      1                                      0  
 CSV :                      +1                                      -3  
 코드스트림 : 0 0 0 0 1 1 1 1 0 0 0 1 1 1 1      1 1 0 0 0 1 1 1 0 0 0 1 1 1 1  
 DSV :                      -1-2-3-4-3-2-1 0-1-2-3-2-1 0+1      +2+3+2+1 0+1+2+3+2+1 0+1+2+3+4

다음은 본 발명에서 제안하는  $(d, k, m, n)$ 로 표현되는 RLL 코드 그룹 생성 방법을 설명하기로 한다.

본 발명에 의한 RLL 코드 그룹 생성 방법의 일 실시예에 따른 흐름도인 도 2에 있어서, 원하는 최소 런 길이( $d$ ), 최대 런 길이( $k$ ), 데이터 비트 길이( $m$ ), 코드워드 비트 길이( $n$ ), 주 코드 그룹의 분할 파라미터( $x$ ), 코드워드의 중복 파라미터( $y$ ) 및 특정 비트들(bit(i), bit(j), bit(k))를 입력시킨다(S101 단계).

S101 단계에서 입력된 조건에 맞는 코드를 0부터  $2^n$ 까지 발생시키고(S102 단계), 생성된 코드에 대해 런 길이( $d, k$ ) 조건을 만족하는 지를 판단한다(S103 단계). 생성된 코드 중 사용가능한 코드는 런 길이( $d, k$ ) 조건을 만족하는 코드만 사용가능하므로 이 조건에 맞지 않는 코드는 버린다(S104 단계). ( $d, k$ ) 조건을 만족하는 코드들은 그 코드워드의 특징을 추출하는 데, 필요한 특징을 추출하는 데 필요한 파라미터는 각각 코드워드내의 리드 제로수(LZ), 코드워드내의 엔드 제로수(EZ), 코드워드 합 값(CSV)이다(S105 단계).

사용가능한 코드의 수를 늘리기 위해 일부 코드는 중복시키고, 코드워드와 코드워드가 연결되는 부분에서의 ( $d, k$ ) 조건을 만족시키기 위해 파라미터 EZ의 값을 체크한다(S106 단계). 이 EZ 값에 따라 다음과 같은 동작을 한다.

코드워드내의 엔드 제로수(EZ)가 0 이고  $EZ < d$ 이면, 다음 코드 그룹(next code group:이하 ncg라고 함)은 제2 주코드 그룹(Main Code Group:MC62) 또는 DSV 그룹으로부터 다음 코드워드가 올 수 있도록 지정한다(S107단계).

코드워드의 EZ값이  $d \leq EZ \leq y$ 이면, 그 코드워드는 중복을 시키고, ncg는 제1 결정 코드 그룹(Decision Code Group:DC61) 또는 제2 결정 코드 그룹(DC62)으로부터 다음 코드워드가 올 수 있도록 지정한다(S108 단계). 여기서, 중복되지 않은 원래의 코드워드라면 ncg는 제1 결정 코드 그룹(DC61)으로부터 다음 코드워드가 올 수 있도록 지정하고, 중복된 코드워드라면 ncg는 제2 결정 코드 그룹(DC62)으로부터 다음 코드워드가 올 수 있도록 지정한다.

코드워드의 EZ값이  $y < EZ \leq k$ 이면, 그 코드워드는 ncg가 제1 주코드 그룹(MC61)이나 제2 주코드 그룹(MC62)에서 다음 코드워드가 올 수 있도록 지정한다(S109 단계).

이러한 과정으로 ( $d, k$ ) 조건을 만족하는 코드워드의 ncg를 결정하며, 이 ncg에 따라 그 코드워드 다음에 붙을 수 있는 코드워드의 코드 그룹이 결정되며, 코드워드와 코드워드가 연결되는 부분에서도 ( $d, k$ ) 조건을 만족시킨다. 여기서, EZ값이  $d \leq EZ \leq y$ 를 만족하는 코드를 중복시키는 이유는 EZ값이 0, 1, ...,  $d-1$ 인 코드에 대해서는 DSV 그룹들을 이용하여 코드워드 스트림의 DSV 제어를 실시하여 전체 DC 성분을 억압하기 위해서이다.

코드 그룹별로 코드워드를 묶는 방법과 각각의 코드 그룹의 특징에 대해 설명한다. 코드 그룹별로 코드워드를 묶기 위해서는 코드워드내의 리드제로수(LZ)값을 이용하는 데 S110 단계에서는 코드워드내의 LZ값을 체크한다.

코드워드내의 LZ값이  $x$ 보다 작은 경우는 그 코드워드는 제1 주코드 그룹(MC61)에 저장한다(S111 단계).

LZ값이  $LZ \geq x$ 인 코드워드는 제2 주코드 그룹(MC62)에 저장하는 데 그 코드워드의 순서는 제1 주코드

그룹(MC61)에 들어 있는 동일한 복호값을 갖는 코드워드와 비교하여 가능한 파라미터 INV와 CSV값의 부호가 반대인 것으로 배치한다(S112 단계). 만일 INV와 CSV의 부호가 모두 반대인 것이 없으면 CSV의 부호가 반대인 것으로 우선 순위를 두고 그 다음의 우선 순위는 INV값의 부호가 반대인 것으로 배치한다. 이렇게 코드워드들을 배치하는 이유는 한 코드워드의 ncs가 제1 주코드 그룹(MC61)이나 제2 주코드 그룹(MC62)에서 다음 코드워드를 불러내도록 지시하는 경우에 두 코드 그룹내의 동일한 복호값을 갖는 코드워드가 동시에 (d,k) 조건을 만족한다면 코드워드 스트림의 DC 억압이 유리하게 진행되는 코드워드로 선택할 수 있게 함과 동시에 두 코드 그룹내의 코드워드의 INV 및 CSV값이 반대이므로 DC 제어가 두 코드워드 중 하나는 최적의 방향으로 진행될 수 있기 때문이다.

LZ값이 LZ < k-y인 경우는 비트(j), 비트(j), 비트(k)를 체크하여(S113 단계), 그 중 어느 한 비트라도 '1'이 존재하면 그 코드워드는 제1 결정 코드 그룹(DC61)에 저장하고(S114단계), S113 단계에서 체크된 비트들이 모두 '0'이면 제2 결정 코드 그룹(DC62)에 저장한다(S115 단계). 결정 코드 그룹(DC6)내에서의 코드워드의 배치순서는 가능한 제1 및 제2 주코드 그룹(MC61, MC62)에서와 같은 위치에 배치시킨다. 예를 들어, '100010001000100'이 제1 주코드 그룹(MC61)에 있는 코드워드이면서 제1 결정 코드 그룹(DC61)에 속하는 코드워드이고, 이 코드워드가 제1 주코드 그룹(MC61)에서 복호값이 128에 해당한다면 제1 결정 코드 그룹(DC61) 그룹내에서도 그 복호값이 128에 해당하는 위치에 배치시킨다. 이는 복호시 여러가 발생했을 때 여러 전파를 최소화하기 위한 배려이다.

LZ값이 LZ < k-y인 코드를 결정 코드 그룹(DC6)에 배치시키는 이유는 EZ값이 d < EZ < y인 코드워드를 중복시켰기 때문이다. 중복된 코드를 복호할 때 해당 데이터를 올바르게 복호하기 위해서 다음 코드워드를 참조하는 데, 다음 코드워드가 제1 결정 코드 그룹(DC61)에서 온 코드워드라면 원래의 코드워드에 대한 복호 데이터로 복조하고, 다음 코드워드가 제2 결정 코드 그룹(DC62)에서 온 코드워드라면 중복시킨 코드워드에 대한 복호 데이터로 복조한다.

또한, d < EZ < y인 코드들이 제1 결정 코드 그룹(DC61)이나 제2 결정 코드 그룹(DC6)내의 코드워드들과 (d,k)를 만족시키면서 연결되기 위해서는 이전 코드워드의 엔드 제로수 EZ(p)와 현재 코드워드의

리드 제로수 LZ(c)의 합 EZ(p)+LZ(c)이 d < EZ(p)+LZ(c) < k를 만족해야 하므로 결정 코드 그룹의 LZ(c)는 LZ < k-y를 만족해야 한다.

예를 들어, '100010001000100'인 코드워드가 제1 주코드 그룹(MC61)내에 두 개 존재할 때, 즉, 원래의 코드워드 '100010001000100'에 대한 복호값이 128, ncs가 제1 결정 코드 그룹(DC61)이고, 중복시킨 코드워드 '100010001000100'에 대한 복호값이 129, ncs가 제2 결정 코드 그룹(DC62)이라 하면 코드워드 '100010001000100'를 복호할 때 그 다음에 오는 코드워드가 DC61에 속해 있느냐 DC62에 속해 있느냐에 따라 128 또는 129로 복조된다.

다음은 DSV 그룹들의 배치에 대해 설명한다. DSV 그룹들은 본 발명에서 코드워드 스트림의 DC 성분을 억압하기 위한 방법으로 제시한 것으로 별도의 코드워드들이 필요하지 않고 제1 주코드 그룹(MC61)에서 사용중인 코드워드들을 이용하므로 보조 코드 그룹에 해당한다.

LZ = x인 코드워드들은 제1 DSV 그룹에 배치하고(S116 단계), LZ = x, x-1인 코드워드들은 제2 DSV 그룹에 배치한다(S117 단계). 같은 방법으로 LZ = x, x-1, ..., x-1인 코드워드들은 제1+1 DSV 그룹에 배치한다(S118 단계). DSV 그룹내에서의 코드워드의 배치 위치는 제1 주코드 그룹(MC61)내에서의 배치 위치와 동일하게 한다. 즉, 같은 코드워드가 제1 주코드 그룹(MC61)과 DSV 그룹내에 있다면 복호시 같은 데이터로 복호가 되도록 배치한다.

S107 단계에서도 설명된 바와 같이, 어느 한 코드워드의 EZ값이 0 < EZ < d이면 ncs는 제2 주코드 그룹(MC62)이나 DSV 그룹으로부터 다음 코드워드가 올 수 있도록 지정되는 데 DSV 그룹내의 코드워드들은 제1 주코드 그룹(MC61)에서 추출한 것들이기 때문에 제2 주코드 그룹(MC62)내의 코드워드들과 분명하게

구분된다. 0 < EZ < d인 코드워드 다음에 입력되는 코드워드들은 제2 주코드 그룹(MC62)내에서 코드워드를 선택하느냐 DSV 그룹내에서 코드워드를 선택하느냐는 DC 억압에 유리한 코드워드가 속해 있는 그룹으로부터 선택하면 된다.

따라서, DSV 그룹의 선택 방법은 d < EZ(p)+LZ(c) < k를 만족하면서, EZ(p)가 0일 때는 LZ(c)가 x인 제1 DSV 그룹에서 코드워드를 선택하고, EZ(p)가 1일 때는 LZ(c)가 x, x-1인 코드워드들이 속해 있는 제2 DSV 그룹에서 코드워드를 선택하고, 같은 방법으로 EZ(p)가 x일 때는 LZ(c)가 x, x-1, ..., x-1인 코드워드들이 속해 있는 제1+1 DSV 그룹에서 코드워드를 선택한다.

이렇게 생성된 코드워드에 대해 해당하는 코드 그룹에 저장하게 되고, S119 단계에서는 마지막 데이터인 지를 판단해서 마지막 데이터이면 종료하고, 그렇지 않으면 i(여기서, i=0,1,...,n)를 증가해서(S120 단계), 2i코드워드를 생성하는 S102 단계로 진행한다.

도 3a 내지 도 3f는 도 2에 도시된 알고리즘에 의해 생성된 (2,12,8,15)로 표현되는 RLL 코드를 위한 코드 그룹별 코드 변환표로서, 파라미터들 d=2, k=12, m=8, n=15, x=2, y=7, bit(i)=14(최상위 비트(MSB)를 의미), bit(j)=0(최하위 비트(LSB)를 의미), bit(k)는 무시하여 코드변환표를 생성한 예를 보이고 있다.

도 3a 내지 도 3f에 도시된 코드 변환표에는, 2 < EZ < 7인 코드들은 중복되어 있고, DSV 그룹에 포함된 코드워드들은 'LZ=1'인 코드워드들로서, 제2 주코드 그룹(MC62)에는 없는 패턴들이다. 제1 주코드 그룹(MC61)내의 코드워드들은 LZ < 2인 코드워드들이고, 제2 주코드 그룹(MC62)내의 코드워드들은 LZ

2의 코드워드들이다. 제1 결정 코드 그룹(DC61)내의 코드워드들은 MSB(bit14) 또는 LSB(bit0) 중 어느 하나라도 1인 코드워드들로 구성되고, 제2 결정 코드 그룹(DC62)내의 코드워드들은 MSB(bit14)와 LSB(bit0) 모두가 0인 코드워드들로 구성되고, 코드워드들은 복호 데이터가 동일하게 생성되도록 가능한 제1 및 제2 주코드 그룹(MC61, MC62)과 같은 복호 위치에 배치한다. 또한, 변조시에 런 길이 (d,k) 조건의 위반이 발생하지 않도록 제1 및 제2 결정 코드 그룹(DC61, DC62)내의 코드워드들은  $LZ \leq 5$ 인 코드워드들로 구성된다. 제1 주코드 그룹(MC61) 및 DSV 그룹내의 코드워드들의 배치는 제2 주코드 그룹(MC62)내의 코드워드들과 CSV 및 INV의 부호가 반대가 되도록 배치한다.

요약하면, 본 발명은 DC 억압을 위해 주코드 그룹의 코드워드와는 별도의 코드워드를 사용하지 않았기 때문에 많은 수의 코드워드가 필요치 않아 코드워드의 비트수를 1비트 줄일 수 있고, 이전 코드워드의 EZ가

$0 \leq EZ(p) \leq d$ 일 경우  $d \leq EZ(p)+LZ(c) \leq k$ 가 되는 범위에서 DC 억압을 수행할 수 있도록 DSV 그룹을 제2 주코드 그룹(MC62)과 함께 선택가능하도록 하여 DC 억압 능력을 향상시키고 있다. 또한, DSV 그룹내의 코드워드는 제2 주코드 그룹(MC62)내의 코드워드와는 CSV와 INV의 부호가 반대가 되도록 배치하여 DC억압의 효과를 증가시키고 있다.

본 발명에서 실시예로 보인 (2,12,8,15) 코드의 경우  $EZ(p)=1$ 인 경우에 그 다음의 코드워드를 DSV 그룹과 제2 주코드 그룹(MC62)에서 선택할 수 있고, 제1 주코드 그룹(MC61)내의 코드 중  $LZ=1$ 인 코드로 DSV 그룹을 만들고, 이 DSV 그룹내의 코드워드의 위치는 제1 주코드 그룹(MC61)과 동일한 데이터로 복호가 가능하도록 배치하여 복호시 에러 전파가 되지 않도록 할 수도 있으나 보다 DSV 제어 효과를 향상시키기 위해 CSV 및 INV 파라미터를 중심으로 배치하여 제1 주코드 그룹(MC61)과 동일하지 않을 수도 있다. 또한, 제1 주코드 그룹(MC61)과 제2 주코드 그룹(MC62)의 코드워드를 CSV 및 INV의 부호가 반대가 되도록 배치하여  $EZ$ 가  $d \leq EZ(p) \leq y$  중 비중복 코드워드나  $EZ(p) > y$ 인 코드워드가  $d \leq EZ(p)+LZ(c)$

$\leq k$ 가 되는 범위에서도 DC 억압을 수행할 수 있다.

다음은 본 발명의 이해를 돕기 위하여 도 2에 도시된 방법에 의해 생성된 도 3에 도시된 코드 그룹별 코드 변환표를 갖는 (2,12,8,15) 코드의 변복조 방법을 설명한다.

도 4는 본 발명에 의한 (2,12,8,15)로 표현되는 RLL 코드의 변조 방법의 일 실시예에 따른 흐름도로서, ncg를 '1'로 초기화하고(S201 단계), 동기 코드를 삽입할 것인지를 판단한다(S202 단계), 동기 코드의 예는 도 5에 도시되어 있다.

본 발명에서는 동기 코드의 형태를 도 5에 도시된 바와 같이 4 종류로 표현한다. 각 동기 코드워드의 MSB의 x(don't care bit을 의미)는 이전 코드워드의 EZ와 연결될 때 (d,k)의 런 길이 조건을 위반하지 않기 위한 용도로서 0과 1 어느 것이나 사용가능하고, 첫 번째와 두 번째 동기 코드(SYNC1, SYNC2)를 위한 코드워드내의 두 번째의 x는 DC 억압을 위한 것으로 코드워드 스트림의 DC 억압에 유리하게 선택하면 된다. 이 두 번째 x가 있는 동기 패턴을 갖는 첫 번째와 두 번째 동기 코드(SYNC1, SYNC2)를 빈번히 발생하는 동기용으로 사용하고, 이 두 번째 x가 없는 동기 패턴을 갖는 세 번째와 네 번째 동기 코드(SYNC3, SYNC4)는 예를 들어, 인터리브된(interleaved) 데이터처럼 지연(delay)이 큰 데이터들의 에러 정정용 동기과 같이 빈번하게 발생하지 않는 동기용으로 사용하는 것이 바람직하다. 빈번한 동기과 같은 예를 들어, 스피클을 모터 제어용의 동기나 인터리브가 되어 있지 않은 데이터들의 에러 정정용 동기 등을 일컫는다.

동기 다음에 오는 코드워드는 특정 코드워드 그룹에서 찾아야 한다는 규정이 필요하다. 따라서, 본 발명의 일 실시예에서는 ncg는 1로 초기화하고 다음에 오는 데이터에 대한 코드워드는 제1 주코드 그룹(MC61)에서 찾는다.

S202 단계에서 판단 결과가 동기를 삽입하는 시점이면 동기 패턴은 DC 억압하기에 유리한 패턴으로 선택하는 일반적인 동기 삽입 루틴을 수행한 후(S203 단계), 데이터 끝이 아니면 다시 동기 삽입 판단 단계(S202 단계)로 되돌아간다(S215 단계). 도면에 도시된 mc는 변조 코드워드(modulated codeword)를, DCC는 DC 제어에 유리한 것을 선택한다는 것을 각각 의미한다.

S202 단계에서 판단 결과가 동기 삽입 시기가 아니면 입력되는 1 바이트 단위로 데이터를 읽어서(S204 단계), 이전 코드워드가 지시하는 ncg에 따라 해당 코드 그룹에서 읽혀진 1바이트의 데이터에 대한 변조 코드워드를 찾는다(S205 단계). 단 DC 억압을 위해 ncg=1일 때와 ncg=5일 때는 참조할 수 있는 변환 코드 그룹이 두 개이다.

먼저, 이전 코드워드의 ncg가 1이면 그 코드워드의 EZ값은 2  $\leq EZ \leq 7$ 중에서 중복되지 않은 코드워드나  $EZ > 7$ 인 코드워드로서 (2,12)의 런 길이 조건을 위반하지 않는 범위에서 제1 주코드 그룹(MC61)과 제2 주코드 그룹(MC62)을 모두 참조해서 변조 코드워드를 선택할 수 있다(S206, S207, S208 단계). 이때, 코드 그룹의 선택 기준은 DC 제어에 유리한 코드가 속해 있는 코드 그룹을 선택한다. 따라서, S207 단계에서는 변조 코드워드(mc)를 제1 주코드 그룹(MC61)과 제2 주코드 그룹(MC62) 중 DC 제어에 유리한 코드 그룹에서 찾고, ncg는 찾아진 코드 그룹에 속하는 코드워드가 지시하는 ncg로 갱신한다.

도시된 cod1(dt)는 입력 데이터의 변조되는 코드워드를 제1 주코드 그룹(MC61)에서 찾고, cod2(dt)는 입력 데이터의 변조되는 코드워드를 제2 주코드 그룹(MC62)에서 찾고, cod3(dt)는 입력 데이터의 변조되는 코드워드를 제1 결정 코드 그룹(DC61)에서 찾고, cod4(dt)는 입력 데이터의 변조되는 코드워드를 제2 결정 코드 그룹(DC62)에서 찾고, cod5(dt)는 입력 데이터의 변조되는 코드워드를 DSV 코드 그룹에서 코드워드를 찾는 것을 의미한다.

한편, S208 단계에서는 이전 코드워드의 ncg가 1이고, 제2 주코드 그룹(MC62)에서 (2,12)의 런길이 조건을 만족하지 않으면 변조 코드워드를 제1 주코드 그룹(MC61)에서 찾고, ncg는 찾아진 코드워드가 지시하는 ncg로 갱신한다.

이전 코드워드의  $ncg$ 가 20이면 그 코드워드의  $EZ$ 값은  $EZ = 0$ 인 코드워드들이며, 이때는 무조건 다음 코드 워드를 제2 주코드 그룹(MC62)에서 찾고,  $ncg$ 를 찾아진 코드워드가 지정하는  $ncg$ 로 갱신한다(S209 단계).

이전 코드워드의  $ncg$ 가 30이나 40이면 그 코드워드의  $EZ$ 값이 2 또는 7이고 중복된 코드워드가 있는 경우이며 다음에 오는 코드워드는 각각 제1 결정 코드 그룹(DC61)이나 제2 결정 코드 그룹(DC62)에서 찾고,  $ncg$ 는 찾아진 코드워드가 지정하는  $ncg$ 로 갱신한다(S210, S211 단계).

이전 코드워드의  $ncg$ 가 50이면 그 코드워드의  $EZ$ 값이  $EZ = 1$ 인 경우이며, 이 경우는 다음 데이터가 1230 이하일 경우에는 변조 코드워드를 제2 주코드 그룹(MC62) 또는 DSV 그룹에서 선택해서 찾을 수 있고,  $ncg$ 는 찾아진 코드워드가 지정하는  $ncg$ 로 갱신한다(S212, S213 단계). 이때, 선택 기준은 DC 억압에 유리한 코드 그룹에서 찾으면 된다. 한편, 다음 데이터가 124 보다 클 경우에는 변조 코드워드를 제2 주코드 그룹(MC62)에서 찾고,  $ncg$ 는 찾아진 코드워드가 지정하는  $ncg$ 로 갱신한다(S214 단계).

이와 같이  $ncg$ 가 10이나 5인 경우 DC 억압을 할 수 있는 기회가 생기며 이 가능성은 약 10% 정도이다. DC 억압의 기회가 생겼을 때는 최대한의 DC 억압 효과를 얻기 위해 선택되는 코드 그룹의 코드워드의 배치를 CSV 및 INV의 부호가 반대가 되도록 배치한다.

도 6은 도 4에 도시된 변조 방법에 의해 변조 과정의 일부분을 표시하여 나타내고 있다.  $dt(i)$ 는 변조할 입력 데이터이고,  $ncg(i-1)$ 은 변조될 데이터의 코드워드가 속해 있는 코드 그룹(이전 코드워드의 다음 코드 그룹)을 나타낸다. 여기서,  $ncg$ 가 지시하는 코드 그룹에 대한 내용은 도 7에 도시되어 바와 같이,  $ncg$ 가 10이면 다음 코드워드가 속해 있는 코드 그룹은 제1 주코드 그룹(MC61) 또는 제2 주코드 그룹(MC62)이고,  $ncg$ 가 20이면 다음 코드워드가 속해 있는 코드 그룹은 제2 주코드 그룹(MC62)이고,  $ncg$ 가 30이면 다음 코드 워드가 속해 있는 코드 그룹은 제1 결정 코드 그룹(DC61)이고,  $ncg$ 가 40이면 다음 코드워드가 속해 있는 코드 그룹은 제2 결정 코드 그룹(DC62)이고,  $ncg$ 가 50이면 다음 코드워드가 속해 있는 코드 그룹은 제2 주코드 그룹(MC62) 또는 DSV 그룹이다.

한편, 도 6에 도시된  $code(i)$ 는  $ncg(i-1)$ 이 지시하는 코드 그룹에서 선택된  $dt(i)$ 에 대한 코드워드를 의미하며 16진수(hex)로 표시되어 있다.  $ncg(i)$ 는 그 코드워드 다음에 따라올 코드워드가 속해 있을 코드 그룹을 지시한다. INV(1)은 코드워드내의 1의 개수가 홀수개(INV(1)=1)인지 또는 짝수개(INV(1)=0)인지를 나타내고, 누적된 INV(1)은 코드워드 스트림의 누적된 1의 개수를 의미하며, CSV(1)은 코드워드내에 대한 DC값이고, DSV(1)은 코드워드 스트림에 대한 누적된 DC값을 나타내고 있다.

예를 들어, 첫 번째 입력되는 데이터  $dt(0)$ 의 코드워드에 대한 이전 코드워드의  $ncg$ 가 10이라 하면 데이터 00에 대한 코드워드는 도 3에 도시된 제1 주코드 그룹(MC61)에서 '2001h'가 된다. '2001h'가 지시하는 다음 코드워드에 대한  $ncg$ 는 2로 지정되며 따라서 두 번째 데이터  $dt(1)$ 의 132에 대한 코드워드는 제2 주코드 그룹(MC62)에서 '0480h'가 선택된다. 6번째 입력된 데이터 17( $=dt(5)$ )은  $ncg$ 가 5로 지정되고, 123보다 작기 때문에 코드워드를 제2 주코드 그룹(MC62) 또는 DSV 그룹에서 찾을 수 있다. 제2 주코드 그룹(MC62)에서는 '0080h'이 있고, DSV 그룹에서는 '2040h' 있다. 이전까지 코드스트림의 누적된 INV와 DSV는 각각 0( $=INV(4)$ )과 9( $=DSV(4)$ )이다. '0080h'의 CSV는 10이므로 DSV(5)는 10( $=DSV(4)+1$ )이 되고 '2040h'의 CSV는 -10이므로 DSV(5)는 8( $=DSV(4)-1$ )이 되므로 DSV가 0에 가까운 '2040h'가 선택된다.

따라서, 도 6에서 알 수 있듯이 현재까지의 코드워드 스트림의 누적 DSV값이 0에 가까운 코드워드를 선택하는 방식으로 변조한 것이고 DSV에 따른 코드워드의 선택 방법은 이외에도 얼마든지 설계자 임의로 바꿀 수 있다.

도 8은 본 발명에서 예시한 (2,12,8,15) 코드의 DSV 추이곡선을 나타낸 것으로서, DSV가 0을 기준으로 계속 추종해 나가는 것을 알 수 있어 본 발명에서 제안하는 코드의 DSV 제어 기능을 확인할 수 있다. 도 9는 본 발명에서 예시한 (2,12,8,15) 코드의 주파수 스펙트럼을 나타낸 것으로 저주파대역이 억압되어 있는 것을 확인할 수 있다.

도 10은 본 발명에 의한 (2,12,8,15) 코드의 복조 방법의 일 실시예에 따른 흐름도로서, 도 11을 결부시켜 설명하기로 한다.

광 디스크 등에서 재생되는 코드워드 스트림을 재생 클럭(recovered clock)에 동기하여 재생한다. 동기 코드의 예는 도 5에 도시되어 있고 동기 검출기의 예는 도 11에 도시되어 있다.

직렬로 입력되는 코드워드 스트림을 도 11에 도시된 제1, 제2, 제3 시프트 레지스터(SR0, SR1, SR2로 표기되어 있음:102,104,106)에 시프트해서 저장한다(S301 단계). 제2 및 제3 시프트 레지스터(104,106)는 예를 들어 15비트의 시프트 레지스터이고, 제1 시프트 레지스터(102)는 데이터 복호를 위해서 이전 코드워드내의 엔드 제로수(EZ) 체크용이고 12비트이면 충분하지만 동기의 복호를 위해서 더 늘어날 수도 있다. 제1 시프트 레지스터(102)의 출력은 동기 디코더(108)와 데이터 디코더(도시되지 않음)에 제공되고, 제2 및 제3 시프트 레지스터(104,106)의 출력은 데이터 디코더에 제공된다.

제1 시프트 레지스터(102)를 MSB쪽의 레지스터라고 하면 우선 제1 시프트 레지스터(102)로부터 제공되는 도 5에 예시된 동기 패턴을 동기 디코더(108)에 의해 복호해서 동기를 검출한다. 동기 디코더(108)에 의해 동기 패턴이 검출되면(S302 단계), 본 발명에서는 예시하지는 않았지만 동기 보호 및 내삽하는 동기 복원 루틴을 수행한다(S303 단계). S303 단계에서는 제대로 검출된 동기인지를 판단하여 동기 디코더(108)에 의해 검출된 동기를 그대로 사용할 것인지 의사 동기(pseudo-sync)를 내삽할 것인지를 판단한다.

다음은 복조하고자 하는 코드워드를 저장하고 있는 제2 시프트 레지스터(104)로부터 출력되는 코드워드가 속해 있는 코드 그룹을 표시하는  $ncg$ 를 찾아내는 과정을 설명한다.

S303 단계에서 동기 복원 루틴을 수행한 후 동기 다음에  $ncg$ 를 1로 갱신하는 S311 단계로 진행한다. S302 단계에서 시프트 레지스터(102)에 저장된 코드워드가 동기가 아니면 이전 코드워드의 EZ를 체크하며(S304 단계), EZ가 0일 때는  $ncg$ 를 2로 갱신하고(S305 단계), EZ가 1일 때는  $ncg$ 를 5로 갱신한다(S306 단계).

EZ가 2 또는 7인 경우는 이전 코드워드의  $ncg$ 에서 지시하는 코드 그룹에서 동일한 코드워드가



두 개 존재하는지를 체크한다(S307 단계).

만일, S307 단계에서 이전 코드워드의  $ncg$ 가 지시하는 코드 그룹에서 제1 시프트 레지스터(102)에 저장된 이전 코드워드와 동일한 코드워드가 두 개 존재한다면 제2 시프트 레지스터(104)로부터 현재 복조하고자 하는 코드워드의 MSB(bit14)와 LSB(bit0)를 체크하며(S308 단계), 어느 한 비트라도 '1'이 존재하면  $ncg$ 를 3으로 갱신하고 둘 다 '0'이면  $ncg$ 를 4로 갱신한다(S309, S310 단계).

S307 단계에서 이전 코드워드의  $EZ$ 가 2 ≤  $EZ$  ≤ 7이면, 이전  $ncg$ 에서 지시하는 코드 그룹에서 동일한 코드워드가 존재하지 않거나 7 <  $EZ$  ≤ 10이면  $ncg$ 는 1로 갱신한다(S311 단계).

다음은 복조하고자 하는 코드워드를 저장한 제2 시프트 레지스터(104)의 출력을 복호하는 단계를 설명한다.

갱신된  $ncg$ 가 지시하는 코드 그룹에 복조하고자 하는 코드워드가 두 개 존재하는지를 체크한다(S312 단계). S312 단계에서 동일한 코드워드가 두 개 존재하면 제3 시프트 레지스터(106)로부터 제공되는 다음 코드워드의 MSB(bit14)와 LSB(bit0)를 체크하며(S313 단계), 어느 한 비트라도 '1'이 존재하면 제2 시프트 레지스터(104)로부터 제공되는 현재 복조하고자 하는 코드는 동일한 코드워드 중 첫 번째 코드워드를 확인하고 이에 대응하는 원래 데이터로 복호한다(S314 단계).

S313 단계에서 제3 시프트 레지스터(106)로부터 제공되는 다음 코드워드의 MSB(bit14)와 LSB(bit0) 둘 다 '0'이면, 제2 시프트 레지스터(104)로부터 제공되는 현재 복조하는 코드워드는 동일한 코드워드 중 두 번째 코드워드를 확인하고 이에 대응하는 원래 데이터로 복호한다(S315 단계).

S312 단계에서 갱신된  $ncg$ 가 지시하는 코드 그룹에 제2 시프트 레지스터(104)로부터 제공되는 코드워드가 하나만 존재한다면 갱신된  $ncg$ 가 지시하는 코드 그룹에서 제2 시프트 레지스터(104)로부터 제공되는 현재 복조하고자 하는 코드워드에 대응하는 원래 데이터로 복호한다(S316 단계).  $ncg$ 가 지시하는 코드 그룹은 7에 도시된 바와 같이  $ncg$ 가 1이면 다음 코드워드가 속해 있는 코드 그룹은 제1 주코드 그룹(MC61) 또는 제2 주코드 그룹(MC62)이고,  $ncg$ 가 20이면 다음 코드워드가 속해 있는 코드 그룹은 제2 주코드 그룹(MC62)이고,  $ncg$ 가 30이면 다음 코드워드가 속해 있는 코드 그룹은 제1 결정 코드 그룹(DC61)이고,  $ncg$ 가 40이면 다음 코드워드가 속해 있는 코드 그룹은 제2 결정 코드 그룹(DC62)이고,  $ncg$ 가 50이면 다음 코드워드가 속해 있는 코드 그룹은 제2 주코드 그룹(MC62) 또는 DSV 그룹이다.

#### 발명의 효과

상술한 바와 같이, 본 발명은 DC 억압을 위한 보조 코드 그룹내의 코드워드를 주코드 그룹에서 이미 사용되고 있는 코드워드 일부를 그대로 이용하고, 주코드 그룹의 코드워드의 특성(예: CSV 및 INV 파라미터)을 그대로 이용하여 주코드 그룹을 생성함으로써, 코드워드의 비트수를 줄여 기록 밀도는 향상시키면서도 DC 억압 능력은 증가시키는 효과가 있다.

또한, 본 발명은 INV 파라미터를 함께 고려해서 DSV 제어를 실시하게 되면 즉, DSV 제어가 가능한 빈도수가 적은 코드에서 룩어헤드(Look-ahead) 방법으로 DSV 제어를 했을 때 INV 파라미터를 반대로 배치한 경우 수 dB 정도 개선 효과가 있다.

#### (5) 청구의 범위

##### 청구항 1

최소 런 길이(d), 최대 런 길이(k), 데이터 비트 길이(m), 코드워드 비트 길이(n)를 나타내는 (d,k,m,n)으로 표현되는 RLL(Run Length Limited) 코드를 생성하는 방법에 있어서:

(a) 상기 (d,k) 런길이 조건에 맞는 코드워드를 생성하는 단계;

(b) 생성된 코드워드의 리드 제로수(LZ)에 따라 중복 코드워드를 가지며 각 코드그룹의 코드워드들은 서로 코드워드내의 DC값을 나타내는 파라미터(CSV)와 다음 코드워드의 DSV(Digital Sum Value) 편이 방향을 예측하는 파라미터(INV)의 부호를 반대가 되도록 배치된 복수개의 주코드 그룹, 상기 중복 코드워드의 복호를 제어하는 상기 복수개의 결정 코드 그룹과 상기 주코드 그룹내의 코드워드들로 구성된 하나 이상의 보조 코드 그룹 중 하나를 결정해서 각 코드 그룹을 구성하는 단계; 및

(c) 생성된 코드워드의 엔드 제로수(EZ)를 체크하며 코드워드 스트림의 DC 제어에 적합한 생성된 코드워드 다음에 올 수 있는 다음 코드 그룹을 결정하는 단계를 포함하는 방법.

##### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 복수개의 주코드 그룹은 제1 및 제2 주코드 그룹을 포함하고, 상기 제1 주코드 그룹은 LZ가 주코드 그룹 분할 파라미터(x) 보다 작은 코드워드들로 구성되고, 상기 제2 주코드 그룹은 LZ가 x보다 같거나 큰 코드워드들로 구성되고, 상기 제1 및 제2 주코드 그룹에는 서로 동일한 코드워드는 존재하지 않고, EZ가 최소 런 길이(d)보다 같거나 크고 코드워드 중복 파라미터(y)보다 같거나 작은 코드워드는 중복되어 있는 것을 특징으로 하는 방법.

##### 청구항 3

제2항에 있어서, 상기 제1 주코드 그룹내의 코드워드들과 제2 주코드 그룹내의 코드워드들은 CSV 파라미터를 우선적으로 서로 반대로 배치하고 INV 파라미터의 부호도 서로 반대로 배치하며, 상기 INV 파라미터의 값이 '0'이면 다음 코드워드의 CSV값은 그 코드워드 이전까지의 누적된 DSV값에 그대로 더하여 DSV값이 갱신되고, 누적된 INV 파라미터의 값이 '1'이면 다음 코드워드의 CSV값의 부호를 반전시켜 그 코드워드 이전까지의 누적된 DSV값에 더하여 DSV값이 갱신되도록 하여 코드워드 스트림의 DC 제어를 효과적으로

수행하는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 4

제2항에 있어서, 상기 하나 이상의 보조 코드 그룹은 코드워드 스트림의 DC 억압과  $(d,k)$  런 길이 제어를 할 수 있는 상기 제1 주코드 그룹에서 사용하고 있는 코드워드들로 구성되어 코드워드의 비트수  $n$ 을 줄이는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 5

제4항에 있어서, 상기 하나 이상의 보조 코드 그룹내의 코드워드들은 제2 주코드 그룹 그룹내의 코드워드들과는 코드워드내의 DC값을 나타내는 파라미터(CSV)와 다음 코드워드의 DSV 전이 방향을 예측하는 파라미터(INV)와의 부호를 서로 반대가 되도록 배치되어 DC 억압 제어를 효과적으로 수행할 수 있는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 6

제2항에 있어서, 이전 코드워드의 EZ값인  $EZ(p)$ 가 제1 주코드 그룹을 선택할 수 없고 제2 주코드 그룹만을 선택할 수 있을 때, LZ가 주코드 그룹 분할 파라미터( $x$ )인 코드워드들로 구성된 보조 코드 그룹은 현재 코드워드의 LZ값인  $LZ(c)$ 가  $d \leq EZ(p) + LZ(c) \leq k$ 를 만족하는 범위내에서 DC 억압 제어를 수행하는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 7

제1항에 있어서, 상기 복수개의 결정 코드 그룹은 제1 및 제2 결정 코드 그룹을 포함하고, 상기 제1 및 제2 결정 코드 그룹은 LZ가 상기 최대 런 길이( $k$ )와 코드워드 중복 파라미터( $y$ )와의 차보다 같거나 작은 코드워드들로 구성되고, 이 코드워드들은 특정 비트들의 값이 '1' 또는 '0'인지에 따라 제1 결정 코드 그룹 또는 제2 결정 코드 그룹에 배치되어 있는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 8

제1항에 있어서, 상기 하나 이상의 보조 코드 그룹내의 코드워드들은 LZ에 따라 LZ가 주코드 그룹 분할 파라미터( $x$ )인 코드워드들은 제1 보조 코드 그룹에 배치하고, LZ가  $x, x-1$ 인 코드워드들은 제2 보조 코드 그룹에 배치하고, LZ가  $x, x-1, \dots, x-i$ 인 코드워드들은 제  $i+1$  보조 코드 그룹에 배치하여, 이전 코드워드의 EZ값인  $EZ(p)$ 가 각각  $EZ(p)=0, EZ(p)=1, \dots, EZ(p)=i$ 인 코드워드들은 제2 주코드 그룹, 제1 DSV 그룹, 제2 DSV 그룹, ..., 제  $i+1$  DSV 그룹에서 각각 코드워드를 선택하여 DC 억압 제어를 수행하는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 9

제1항에 있어서, 상기 (b) 단계는,

(b1) 상기 생성된 코드워드의 LZ를 체크하는 단계;

(b2) 상기 LZ가 주코드 그룹 분할 파라미터( $x$ )보다 작은 코드워드는 제1 주코드 그룹으로 결정하는 단계;

(b3) 상기 LZ가 상기  $x$ 보다 같거나 큰 코드워드는 제1 주코드 그룹과는 코드워드내의 DC값을 나타내는 파라미터(CSV)와 다음 코드워드의 DSV 전이 방향을 예측하는 파라미터(INV)의 부호가 반대인 제2 주코드 그룹으로 결정하는 단계;

(b4) 상기 LZ가 최대 런 길이( $k$ )와 코드워드 중복 파라미터( $y$ )와의 차보다 같거나 작은 코드워드의 특정 비트들이 어느 하나라도 '1'이면 제1 결정 코드 그룹으로 결정하고, 상기 특정 비트들이 모두 '0'이면 제2 결정 코드 그룹으로 결정하는 단계; 및

(b5) 상기 LZ가 주코드 그룹 분할 파라미터( $x$ )값에 해당하는 코드워드는 제1 주코드 그룹에 있는 코드워드들로 구성되어 있는 제1 보조 코드 그룹으로 결정하는 단계를 포함하는 방법.

#### 청구항 10

제9항에 있어서, 상기 (b) 단계는

(b6) 상기 LZ가  $x, x-1$ 인 코드워드들은 제2 보조 코드 그룹으로 결정하고, 상기 LZ가  $x, x-1, \dots, x-i$ 인 코드워드들은 제  $i+1$  보조 코드 그룹으로 결정하는 단계를 더 포함하는 방법.

#### 청구항 11

제1항에 있어서, 상기 (c) 단계는,

(c1) 상기 생성된 코드워드의 EZ를 체크하는 단계;

(c2) 상기 EZ가  $0 \leq EZ < d$ 일 때는 상기 생성된 코드워드 다음에 올 수 있는 다음 코드 그룹으로 상기 제2 주코드 그룹 또는 상기 하나 이상의 보조 코드 그룹을 결정하여 코드워드 스트림의 DC 제어를 수행하는 단계;

(c3) 상기 EZ가 코드워드가 중복되어 있는  $d \leq EZ \leq y$ (여기서,  $y$ 는 코드워드 중복 파라미터)일 때, 중복된 코드워드의 다음 코드 그룹으로 제1 또는 제2 결정 코드 그룹을 결정하고 중복되지 않은 코드워드의 다음 코드 그룹으로 제1 또는 제2 주코드 그룹을 결정하여 코드워드 스트림의 DC 제어를 수행하는

단계; 및

(c4) 상기 EZ가  $y < EZ$  일 때는 (d,k) 런 길이가 위배되지 않는 경우에 한해 상기 생성된 코드워드의 다음 코드 그룹으로 제1 또는 제2 주코드 그룹을 결정하여 DC 제어를 수행하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 12

제1항에 있어서, 상기 EZ가  $0 \leq EZ < d$  일 때, 상기 EZ가 0이면 상기 생성된 코드워드의 다음 코드 그룹으로 상기 제2 주코드 그룹이 결정되고, 그 외에는 상기 하나 이상의 보조 코드 그룹 중 하나가 결정되는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 13

광디스크 기록 및/또는 재생 장치에 입력되는 데이터를, 중복 코드워드를 가지며, 각 코드그룹의 코드워드들은 코드워드내의 DC값을 나타내는 파라미터(DSV)와 다음 코드워드의 DSV(Digital Sum Value) 차이 방향을 예측하는 파라미터(INV)의 부호를 서로 반대가 되도록 배치된 제1 및 제2 주코드 그룹, 상기 중복 코드워드의 복호를 제어하는 제1 및 제2 결정 코드 그룹, 상기 제1 주코드 그룹내의 코드워드들로 구성된 하나 이상의 보조 코드 그룹 중 어느 한 코드 그룹의 코드워드를 선택하여 최소 런 길이(d), 최대 런 길이(k), 데이터 비트 길이(m), 코드워드 비트 길이(n)를 나타내는 (d,k,m,n)으로 표현되는 RLL(Run Length Limited) 코드로 변조하는 방법에 있어서:

(a) 이전 코드워드가 지정하는 다음 코드 그룹을 상기 어느 한 코드 그룹으로 초기화하는 단계;

(b) 바이트 단위로 데이터를 입력하는 단계; 및

(c) 상기 (b) 단계에서 입력된 데이터에 대응하는 코드워드를 이전 코드워드가 지정하는 다음 코드 그룹에서 선택하고, 다음 코드 그룹은 선택된 코드워드가 지정하는 다음 코드 그룹으로 갱신하는 단계를 포함하는 변조 방법.

#### 청구항 14

제13항에 있어서, 상기 (c) 단계는,

(c1) 이전 코드워드가 지정하는 다음 코드 그룹을 체크하는 단계;

(c2) 상기 (c1) 단계에서의 체크 결과가 상기 이전 코드워드가 지정하는 다음 코드 그룹이 제1 주코드 그룹이면 (d,k) 런 길이 조건을 만족하는 지를 체크하는 단계;

(c3) 상기 (d,k) 런길이 조건이 만족되면 상기 입력 데이터에 대응하는 코드워드를 상기 제1 주코드 그룹 또는 제2 주코드 그룹 중 DC 제어가 유리한 코드 그룹에서 선택하고 다음 코드 그룹은 선택된 코드 그룹내의 코드워드가 지정하는 다음 코드 그룹으로 갱신하고, 만족하지 않으면 상기 제1 주코드 그룹에서 선택하고 다음 코드 그룹은 선택된 코드워드가 지정하는 다음 코드 그룹으로 갱신하는 단계;

(c4) 상기 (c1) 단계에서의 체크 결과가 상기 이전 코드워드가 지정하는 다음 코드 그룹이 제2 주코드 그룹이면 입력 데이터에 대응하는 코드워드를 상기 제2 주코드 그룹에서 선택하고, 다음 코드 그룹은 선택된 코드워드가 지정하는 다음 코드 그룹으로 갱신하는 단계;

(c5) 상기 (c1) 단계에서의 체크 결과가 상기 이전 코드워드의 다음 코드 그룹이 제1 결정 코드 그룹이면 입력 데이터에 대응하는 코드워드를 상기 제1 결정 코드 그룹에서 선택하고, 다음 코드 그룹은 선택된 코드워드가 지정하는 다음 코드 그룹으로 갱신하는 단계;

(c6) 상기 (c1) 단계에서의 체크 결과가 상기 이전 코드워드의 다음 코드 그룹이 제2 결정 코드 그룹이면 입력 데이터에 대응하는 코드워드를 상기 제2 결정 코드 그룹에서 선택하고, 다음 코드 그룹은 선택된 코드워드가 지정하는 다음 코드 그룹으로 갱신하는 단계; 및

(c7) 상기 (c1) 단계에서의 체크 결과가 상기 이전 코드워드의 다음 코드 그룹이 보조 코드 그룹이면 입력 데이터값이 소정값 이하인지를 판단해서 상기 입력 데이터가 상기 소정값 이하이면 제2 주코드 그룹 또는 보조 코드 그룹에서 DC 제어가 유리한 코드 그룹내의 코드워드를 선택하고 다음 코드 그룹은 선택된 코드워드가 지정하는 다음 코드 그룹으로 갱신하고, 상기 입력 데이터가 소정값보다 크면 제2 주코드 그룹에서 코드워드를 선택하고 다음 코드 그룹은 선택된 코드워드가 지정하는 다음 코드 그룹으로 갱신하는 단계를 포함하는 변조 방법.

#### 청구항 15

제13항에 있어서,

(d) 상기 (a) 단계를 수행한 후 동기 패턴을 삽입하는 단계를 더 포함하고, 동기의 사용 빈도수에 따라 빈도수가 많은 동기는 코드워드 스트림의 DC 제어에 유리하도록 don't care 비트를 확대 사용하는 동기 패턴을 사용하고, (d,k) 런 길이조건을 위반하지 않도록 최상위 비트를 don't care 비트로 설정한 동기 패턴을 사용하는 것을 특징으로 하는 변조 방법.

#### 청구항 16

제13항에 있어서, 상기 제1 주코드 그룹은 코드워드내의 리드 제로수(LZ)가 주코드 그룹 분할 파라미터(x) 보다 작은 코드워드들로 구성되고, 제2 주코드 그룹은 LZ가 x보다 같거나 큰 코드워드들로 구성되고, 제1 및 제2 주코드 그룹에는 서로 동일한 코드워드는 존재하지 않고, 코드워드내의 엔드 제로수(EZ)가 최소 런 길이(d)보다 같거나 크고 코드워드 중복 파라미터(y)보다 같거나 작은 코드워드는 중복되어 있는 것을 특징으로 하는 변조 방법.

**청구항 17**

제16항에 있어서, 상기 RLL 코드는 (2,12,8,15)이고, 주코드 그룹 분할 파라미터(x)는 10이고, 코드워드 중복 파라미터(y)는 7인 것을 특징으로 하는 변조 방법.

**청구항 18**

제13항에 있어서, 상기 제1 주코드 그룹내의 코드워드들과 제2 주코드 그룹내의 코드워드들은 CSV 파라미터를 우선적으로 서로 반대로 배치하고 INV 파라미터의 부호도 서로 반대로 배치하며, 상기 INV 파라미터의 값이 0이면 다음 코드워드의 CSV값은 그 코드워드 이전까지의 누적된 DSV값에 그대로 더하여 DSV값이 갱신되고, 누적된 INV 파라미터의 값이 1이면 다음 코드워드의 CSV값의 부호를 반전시켜 그 코드워드 이전까지의 누적된 DSV값에 더하여 DSV값이 갱신되도록 하여 코드워드 스트림의 DC 제어를 효과적으로 수행하는 것을 특징으로 하는 변조 방법.

**청구항 19**

제13항에 있어서, 상기 제1 및 제2 결정 코드 그룹은 LZ가 상기 최대 런 길이(k)와 코드워드 중복 파라미터(y)와의 차보다 같거나 작은 코드워드들로 구성되고, 이 코드워드들은 특정 비트들의 값이 1 또는 0 인지에 따라 제1 결정 코드 그룹 또는 제2 결정 코드 그룹에 배치되어 있는 것을 특징으로 하는 변조 방법.

**청구항 20**

제13항에 있어서, 상기 하나 이상의 보조 코드 그룹은 코드워드 스트림의 DC 억압과 (d,k) 런 길이 제어를 할 수 있는 상기 제1 주코드 그룹에서 사용하고 있는 코드워드들로 구성되고, 상기 제2 주코드 그룹내의 코드워드들의 코드워드내의 DC값을 나타내는 파라미터(CSV)와 다음 코드워드의 DSV 전이 방향을 예측하는 파라미터(INV)의 부호를 반대가 되도록 배치하여 DC 억압 제어를 효과적으로 수행하는 것을 특징으로 하는 변조 방법.

**청구항 21**

제13항에 있어서, 상기 하나 이상의 보조 코드 그룹내의 코드워드들은 LZ에 따라 LZ가 x인 코드워드들은 제1 보조 코드 그룹에 배치하고, LZ가 x, x-1인 코드워드들은 제2 보조 코드 그룹에 배치하고, LZ가 x, x-1, ..., x-1인 코드워드들은 제1+1 보조 코드 그룹에 배치하며, 이전 코드워드의 EZ값(EZ(p))이 각각 EZ(p)=0, EZ(p)=1, ..., EZ(p)=1인 코드워드들은 제2 주코드 그룹, 제1 보조 코드 그룹, 제2 보조 코드 그룹, ..., 제1+1 보조 코드 그룹에서 각각 코드워드를 선택하여 DC 억압 제어를 수행하는 것을 특징으로 하는 변조 방법.

**청구항 22**

중복 코드워드를 가지며, 각 코드그룹의 코드워드들은 코드워드내의 DC값을 나타내는 파라미터(CSV)와 다음 코드워드의 DSV(Digital Sum Value) 전이 방향을 예측하는 파라미터(INV)의 부호를 서로 반대가 되도록 배치된 제1 및 제2 주코드 그룹, 상기 중복 코드워드의 복호를 제어하는 제1 및 제2 결정 코드 그룹, 상기 제1 주코드 그룹의 코드워드들로 구성된 하나 이상의 보조 코드 그룹 중 어느 한 코드 그룹의 코드 워드로 변조된 최소 런 길이(d), 최대 런 길이(k), 데이터 비트 길이(m), 코드워드 비트 길이(n)를 나타내는 (d,k,m,n)으로 표현되는 RLL(Run Length Limited) 코드를 원래의 데이터로 복조하는 광디스크 기록 및/또는 재생 장치를 위한 데이터 복조 방법에 있어서:

- (a) 입력되는 이전 코드워드내의 엔드 제로수에 따라 다음 코드 그룹을 갱신하는 단계; 및
- (b) 갱신된 다음 코드 그룹이 지시하는 코드 그룹에서 두 개의 동일한 현재 코드워드가 존재하지 않으면 갱신된 다음 코드 그룹에서 지시하는 코드워드를 선택해서 데이터를 복조하는 단계를 포함하는 복조 방법.

**청구항 23**

제22항에 있어서,

- (c) 갱신된 다음 코드 그룹이 지시하는 코드 그룹에서 두 개의 동일한 현재 코드워드가 존재하면 다음 코드워드의 특정 비트를 체크해서 어느 하나라도 1이면 동일 코드워드 중 첫 번째 코드워드를 선택해서 데이터로 복조하고, 특정 비트들이 모두 0이면 동일 코드워드 중 두 번째 코드워드를 선택해서 데이터로 복조하는 단계를 더 포함하는 복조 방법.

**청구항 24**

제22항에 있어서,

- (d) 상기 (a) 단계를 수행하기 전 입력되는 코드워드가 동기 패턴인지를 판단해서 동기를 복원하고, 다음 코드 그룹을 상기 어느 한 코드 그룹으로 초기화하는 단계를 더 포함하는 복조 방법.

**청구항 25**

제23항에 있어서, 상기 (a) 단계는,

- (a1) 이전 코드워드의 엔드 제로수(EZ)를 판단하는 단계;
- (a2) 상기 이전 코드의 EZ가 0이면 다음 코드 그룹을 제2 주코드 그룹으로 갱신하는 단계;
- (a3) 상기 이전 코드의 EZ가 1이면 다음 코드 그룹을 DC 제어에 보다 유리한 제2 주코드 그룹 또는 보

조 코드 그룹 중 하나로 갱신하는 단계;

(a4) 상기 이전 코드의 EZ가 최소 런 길이(d)와 같거나 크고, 코드워드의 중복 파라미터(y)보다 작거나 같으면 이전 코드워드의 다음 코드 그룹이 지시하는 코드 그룹에서 두개의 동일한 이전 코드워드가 존재하는 지를 판단하는 단계;

(a5) 상기 (a4) 단계에서 두개의 동일한 이전 코드가 존재하면 현재 코드워드의 특정 비트들을 체크해서 특정 비트들이 어느 하나라도 '1'이면 다음 코드 그룹을 제1 결정 코드 그룹으로 갱신하고, 특정 비트들이 모두 '0'이면 다음 코드 그룹을 제2 결정 코드 그룹으로 갱신하는 단계; 및

(a6) 상기 이전 코드의 EZ가 코드워드의 중복 파라미터(y)보다 크고 최대 런 길이(k)보다 작거나 같거나 상기 (a4) 단계에서 두개의 동일한 이전 코드가 존재하지 않으면 다음 코드 그룹을 DC 제어에 보다 유리한 제1 주코드 그룹 또는 제2 주코드 그룹으로 갱신하는 단계를 포함하는 복조 방법.

청구항 26

제25항에 있어서, 상기 RLL 코드는 (2,12,8,15)이고, 주코드 그룹 분할 파라미터(x)는 1이고, 코드워드 중복 파라미터(y)는 7이고, 상기 특정 비트들은 최상위 비트와 최하위 비트인 것을 특징으로 하는 복조 방법.

도면

도면1a

Main Conversion Table				
	Code Group 1	Code Group 2	Code Group 3	Code Group 4
0	0010000000001001	0100000100100000	0010010010001001	0100000100100000
?	?	?	?	?
255	0000001000001000	0100001000010010	1001001000100000	0100001000010010

E01b

Sub Conversion Table(for DC control)				
	Code Group 1	Code Group 2	Code Group 3	Code Group 4
0	0000010010000000	0000010010000000	0100100001001000	0100100001001000
~	~	~	~	~
87	00000000100100100	0100010001000100	1000100010001000	0100010001000100



25-15



25-16

25-17

25-18

25-19

**도표34**

MS1(Location)	MS2(Location)	MS3(Location)	MS4(Location)	MS5(Location)	MS6(Location)	MS7(Location)	MS8(Location)	MS9(Location)	MS10(Location)	MS11(Location)	MS12(Location)	MS13(Location)	MS14(Location)	MS15(Location)	MS16(Location)	MS17(Location)	MS18(Location)	MS19(Location)	MS20(Location)	MS21(Location)	MS22(Location)	MS23(Location)	MS24(Location)	MS25(Location)	MS26(Location)	MS27(Location)	MS28(Location)	MS29(Location)	MS30(Location)	MS31(Location)	MS32(Location)	MS33(Location)	MS34(Location)	MS35(Location)	MS36(Location)	MS37(Location)	MS38(Location)	MS39(Location)	MS40(Location)	MS41(Location)	MS42(Location)	MS43(Location)	MS44(Location)	MS45(Location)	MS46(Location)	MS47(Location)	MS48(Location)	MS49(Location)	MS50(Location)	MS51(Location)	MS52(Location)	MS53(Location)	MS54(Location)	MS55(Location)	MS56(Location)	MS57(Location)	MS58(Location)	MS59(Location)	MS60(Location)	MS61(Location)	MS62(Location)	MS63(Location)	MS64(Location)	MS65(Location)	MS66(Location)	MS67(Location)	MS68(Location)	MS69(Location)	MS70(Location)	MS71(Location)	MS72(Location)	MS73(Location)	MS74(Location)	MS75(Location)	MS76(Location)	MS77(Location)	MS78(Location)	MS79(Location)	MS80(Location)	MS81(Location)	MS82(Location)	MS83(Location)	MS84(Location)	MS85(Location)	MS86(Location)	MS87(Location)	MS88(Location)	MS89(Location)	MS90(Location)	MS91(Location)	MS92(Location)	MS93(Location)	MS94(Location)	MS95(Location)	MS96(Location)	MS97(Location)	MS98(Location)	MS99(Location)	MS100(Location)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

FPA

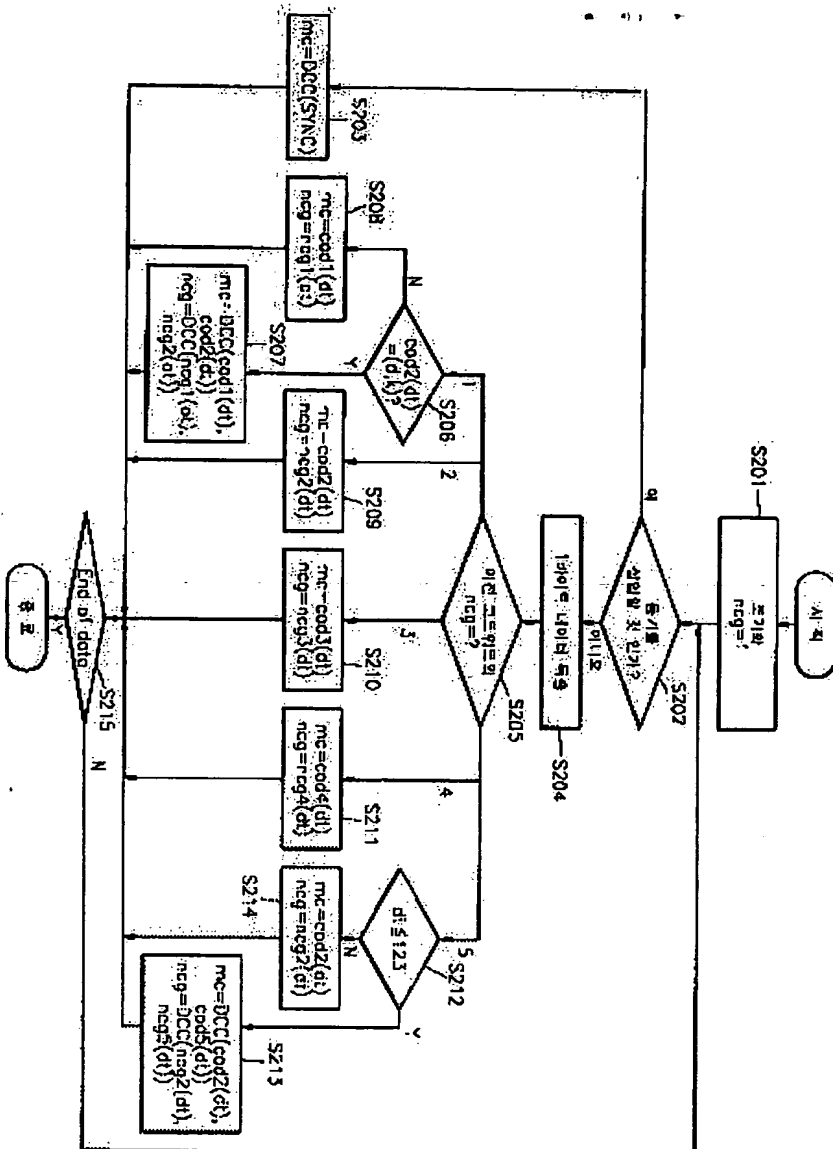


도표 5

Sync code의 종류	Sync Codeword
SYNC1	x000x001000:000000000000001000:00
SYNC2	x00x00100001000000000000001000100
SYNC3	x0000100000100000000000000:000100
SYNC4	x00010000001000000000000001000100

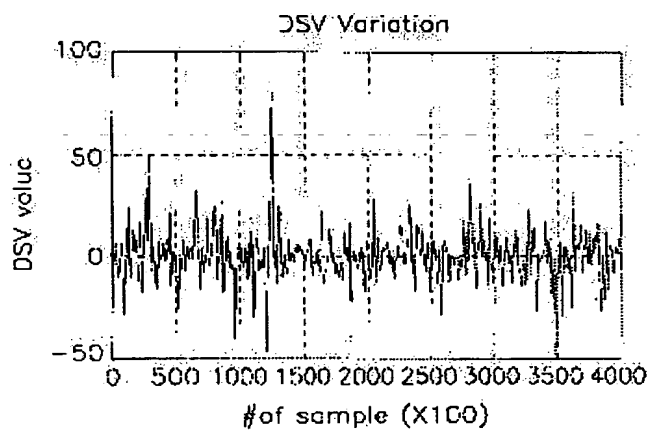
도표 6

dt(i)	ncg(i-1)	code(i) (hex)	ncg(i)	INV(i)	누적된 INV(i)	CSV(i)	DSV(i)
000	1	2001	2	0	0	1	011
132	2	0480	3	0	0	9	002
019	3	2041	2	1	1	1	003
007	2	0091	2	1	0	-7	010
200	2	1112	5	0	0	-1	009
017	5	2040	3	0	0	-1	008
187	3	4400	1	0	0	-7	001
015	1	2024	3	1	1	7	008
164	3	4120	4	1	0	9	-01
150	4	0892	5	0	0	-1	-02
044	5	2108	3	1	1	3	001
222	3	4811	2	0	1	-1	002
243	2	1248	3	0	1	-3	005
095	3	4808	4	1	0	-1	006
060	4	0404	3	0	0	1	007
080	3	4444	3	0	0	1	008
036	3	4102	5	1	1	1	009
097	5	2420	4	1	0	3	006
191	4	1080	4	0	0	-5	001
215	4	1048	3	1	1	5	006
239	3	4889	2	1	0	1	005
209	2	1042	5	1	1	1	006
022	5	2044	4	1	0	5	001
161	4	0922	5	0	0	-1	000
238	5	1210	3	1	1	1	001
117	3	4912	5	1	0	3	002
044	5	2108	3	1	1	3	001
203	3	1021	2	1	0	1	000
187	2	0920	4	1	1	3	003
104	2	2244	3	0	1	1	002
177	3	4220	4	1	0	7	-05
195	2	2444	4	0	0	-1	-06
075	2	0210	4	0	0	-5	11
041	4	0202	5	0	0	1	-10

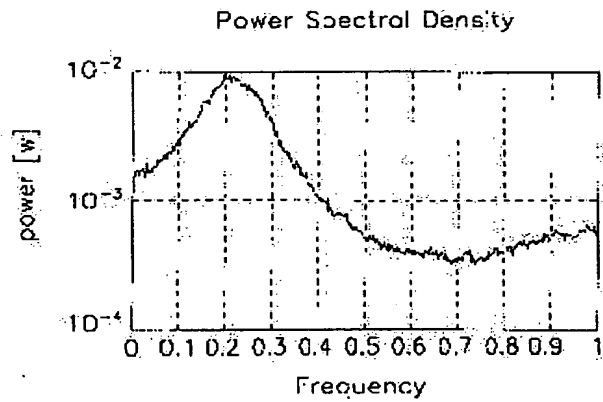
**Figure 1**

ncg	Signal
1	MCG1 or MCG2
2	MCG2
3	DCG1
4	DCG2
5	MCG2 or DSV Group

**Figure 2**



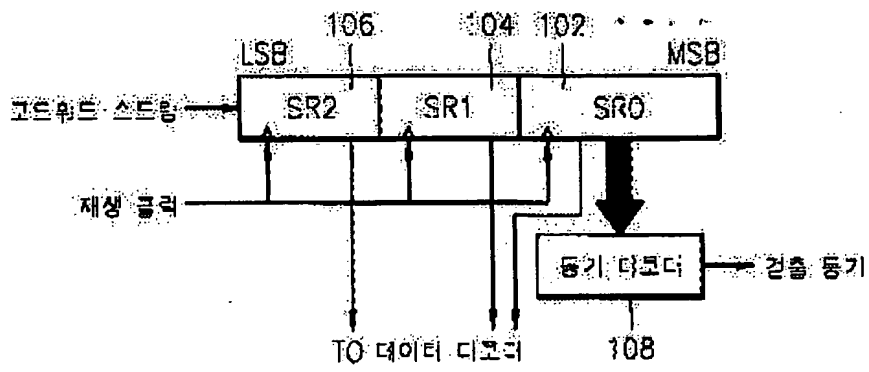
**Figure 3**







도면 11



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**